

Научно-исследовательская работа
Физика

Линейка малогабаритных лазеров с диодной накачкой для лидаров

Выполнил:

Григорян Артём,

Лиманский Арсений

обучающиеся 5 А класса

МАОУ СОШ №2 им. Н. А. Тимофеева г. о. Бронницы

Научный руководитель:

Матвиенко Диана Алексеевна,

методист лазерной лаборатории

Бронницы

2024

Оглавление

<u>Введение</u>	<u>3</u>
<u>1.1. Получение высокочастотных (на уровне сантиметров) плотных облаков точек</u>	<u>3</u>
<u>1.2. Мобильное картографирование</u>	<u>5</u>
<u>2.1. Ванадатный лазер для лидаров</u>	<u>6</u>
<u>2.2. Методика анализа характеристики</u>	<u>7</u>
<u>Заключение</u>	<u>7</u>
<u>Список литературы</u>	<u>7</u>

Введение

Лидар – это технология, активно используемая в геодезии и картографии для построения трёхмерной модели окружающего пространства и объектов. Само слово lidar расшифровывается как Light Identification Detection and ranging – то есть измерение расстояний с помощью света, при этом в лидарах используется лазерный свет оптического диапазона, а в радарх – радиоволны.

Лидар – это лазерный дальномер, который составляет точные карты местности из набора координат, которые получаются во время расчёта траектории лазерных лучей, выпущенных из специального сканера.

Обычно в лидарах используют полупроводниковые лазерные модули, излучение которых по качеству уступает лазерам с диодной накачкой по степени монохроматичности и когерентности.

Поэтому представляется актуальным проектирование малогабаритных лазеров с диодной накачкой для использования в лидарах.

В нашем проекте была поставлена цель – спроектировать компактный одночастотный лазер на кристалле ванадата с накачкой одним лазерным диодом для лидара.

Разработан компактный одночастотный лазер на кристалле $YVO_4: Nd^{3+}$ с накачкой одноваттным лазерным диодом на гармониках 1064 нм и 532 нм с термостабилизацией для сканирования автомобильных дорог и зданий: номинальные параметры лазера – мощность 50 мВт, угловая расходимость $< 0,45$ миллирадиан, диаметр пучка 1,12 мм, эллиптичность 0.98, уровень шумов $< 4\%$.

Показана эффективность и надёжность и использования ванадатного лазера в лидарах, дальномерах и при сканировании зданий и автомобильных дорог.

1.1. Получение высокочастотных (на уровне сантиметров) плотных облаков точек.

Основным трендом сегодняшнего рынка получения геопространственной информации становится стремительное развитие решений для мобильного сканирования.

Развитие спутникового определения местоположения и систем получения цифровых фотографий высокого разрешения привело к возникновению лазерных систем сканирования – лидаров. За последние годы лазерные лидары стали полностью интегрированными, программное обеспечение – универсальным. Современные лазерные системы сканирования (лидары) являются независимыми от транспортного средства, позволяя легко менять

транспортное средство при его поломке или аварии, или устанавливать его на другой тип. Установка системы на транспорт занимает порядка 10-15 минут, сокращая простой оборудования.

1.2. Мобильное картографирование

Лазерные системы сканирования позволяют получать огромную и уникальную информацию.

Прежде всего это высокоточные плотные облака точек, трёхмерные модели объектов, профили и разрезы, развёртки фасадов зданий и фасадные планы.

Лидары могут эффективно применяться для получения пространственной информации при решении следующих задач:

- проведение инженерных изысканий под строительство и реконструкцию дорог;
- получение актуальной информации и состоянии дорожного полотна;
- построение 3-лазерной модели дорожной сети для создания цифровых копий транспортной инфраструктуры;
- съёмка железнодорожных путей для создания цифровых моделей пути;
- съёмка тоннелей.

Применение информации об интенсивности отражённого сигнала позволяет выделять области с одинаковыми характеристиками в облаках точек.

2.1. Ванадатный лазер для лидаров

В последние годы обозначился бурный рост твердотельных лазеров с диодной накачкой как компактных, малогабаритных лазеров с высоким качеством лазерного пучка и работающих в широкой области оптического спектра. В нашей работе реализован лазерный излучатель на одном из самых перспективных активных материалов лазерной техники – на кристалле ванадата $\text{YVO}_4:\text{Nd}^{3+}$ с накачкой одним лазерным диодом (700-800 нм) с выходной мощностью 1 Вт с нелинейным удвоением частоты, со стабилизацией температуры активного элемента и диода накачки для использования в дальномерах, нивелирах и при сканировании автомобильных дорог и зданий.

Функциональная схема излучателя приведена на рисунке 2.1.

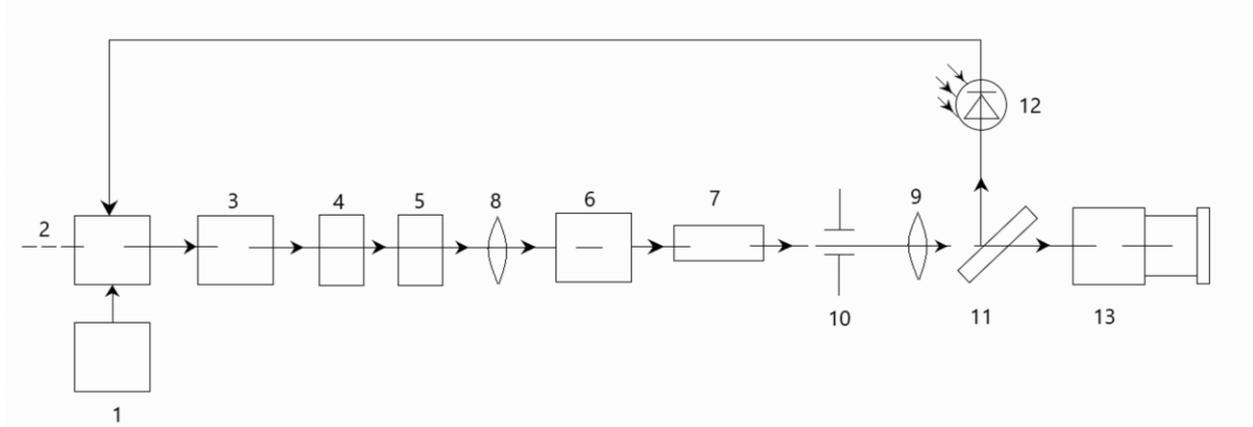


Рис.1 Функциональная схема лазерного излучателя на кристалле $\text{YVO}_4:\text{Nd}^{3+}$ с накачкой одним полупроводниковым лазерным диодом и удвоением частоты.

1 – стабилизированный источник питания 5V; 2 – плата управления током диода накачки; 3 – лазерный диод накачки; 4 – конденсор; 5 – объектив; 8,9 – зеркала резонатора для второй гармоники 532 нм; 6 – активный элемент; 7 – нелинейный кристалл; 10 – диафрагма; 11 – полупрозрачная пластина; 12 – фотоприёмник; 13 – двухкомпонентный телескоп.

Излучение лазерного диода (3) (700-800 нм) с помощью конденсора (4) и объектива (5) фокусируется на активный элемент (6) в железной оправке для отвода тепла. Активный элемент (6) и зеркала резонатора (8-9), нелинейный удвоитель частоты установлены в корпусе резонатора. Диод накачки питается стабилизированным источником тока 5V (1) через плату управления током диода (2), которая запаивается на основание диода. На выходе излучателя установлен телескоп (13) для формирования необходимого диаметра пучка и его угловой расходимости. Для стабилизации выходной мощности установлен

отводной узел, состоящий из полупрозрачной пластины (11), установленной под углом Брюстера к излучению и фотоприемника (12), сигнал с которого подается в плату управления током (2).

2.2. Методика анализа характеристики

Отработана методика цифрового анализа профиля лазерного пучка для измерения оптических характеристик с применением ПЗС-камеры и компьютера. В результате получены следующие характеристики лазерного излучателя.

Режим работы - одночастотный.

Длина волны - 1064 нм, 532 нм, диаметр пучка 1,12 мм, угловая расходимость < 0.45 миллирадиан, номинальная мощность излучения в непрерывном режиме < 50 мВт. Максимальная вариация выходной мощности < 4%.

Исследована возможность сканирования дорог при проектировании и ремонте. Максимальный диаметр лазерного пучка на расстоянии 100 м менее 10 мм.

Заключение

1. Разработан малогабаритный стабильный лазерный источник на кристалле ванадата на гармониках мощностью в непрерывном режиме 50 мВт и с угловой расходимостью меньше 0,45 миллирадиан.
2. Практическая ценность результатов заключается в возможности эффективного использования ванадатного лазера в качестве надежного источника в лазерных дальномерах, нивелирах и для сканирования автомобильных дорог и зданий при проектировании и ремонте.

Список литературы

1. Вейко В. П., Петров А. А., Самохвалов А. А., Введение в лазерные технологии. Опорный конспект лекций по курсу “Лазерные технологии” под редакцией Вейко В. П. // СПб; Университет ИТМО. 2018 – 161 с.
2. Вейко В. П., Шахно Е. А., Лазерные технологии в задачах и примерах. // СПб; Университет ИТМО, 2014 – 88 с.

3. Комиссаров А.В., Теория и технология лазерного сканирования для пространственного моделирования территорий. // Новосибирск; СГТА, 2015. - 103 с.
4. Пойзнер Б.И., Физические основы лазерной техники. Учебное пособие. // Москва; ИНФРО-М, 2018. - 160 с.
5. Звелто О., Принципы лазеров. Перевод с английского. // Москва: Мир, 1990. - 558 с.
6. Мотуз В.О., Сарычев Д.С., Применение лазерного сканирования и 3Дмоделей в жизненном цикле автомобильных дорог // САПР и ГИС автомобильных дорог. 2014. №1(2) - с.12-15.
7. Бойков В.Н., Федотов П.А., Пуркин В.И., Автоматизирование проектирование автомобильных дорог. // Москва: МАДИ СГТУ, 2005. - 224 с.